

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-250579

(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/68  
// B23Q 3/15  
H01L 21/3065  
H02M 3/28

(21)Application number : 07-054499

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 14.03.1995

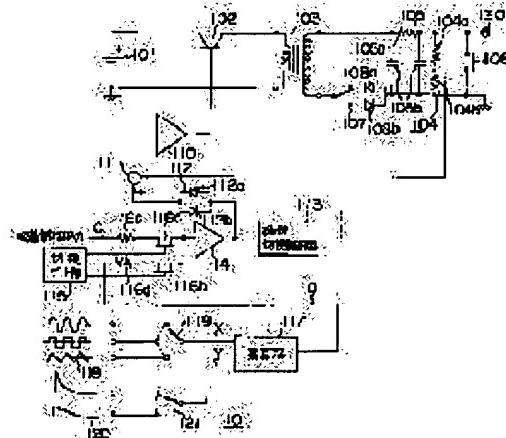
(72)Inventor : OKU KOJI

## (54) POWER SOURCE FOR ELECTROSTATIC CHUCK OF MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR AND MANUFACTURE OF THE SEMICONDUCTOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a power source for electrostatically chucking to effectively discharge the stored charge of an electrostatic chuck to effectively release a semiconductor wafer at the time of releasing even if there is a difference of small charging characteristics of semiconductor wafers.

**CONSTITUTION:** At the time of releasing a semiconductor wafer, the characteristics of the wafer is considered, a desired vibration waveform signal from a vibration waveform signal generator 118 and a desired attenuation waveform signal from an attenuation waveform signal generator 120 are combined by a multiplier 117 to selectively generate a desired attenuating vibration waveform, the output of a power source for the chuck is fed back by an output divider 104 and a subtracter 111, controlled to be fed back by a closed loop between control input signal and the output, and the voltage of the accurate attenuation vibrating waveform is output.



[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.06.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] An electrical potential difference is impressed to the bottom electrode of the above which prepared the electrostatic chuck which consists of a dielectric among the upper electrode of the pair countered and prepared in the vacuum chamber of semiconductor fabrication machines and equipment, and a bottom electrode so that it might intervene between semi-conductor wafers. It is the power source for electrostatic chucks of semiconductor fabrication machines and equipment from which adsorb a semi-conductor wafer and this is made to secede by being charged and making the above-mentioned electrostatic chuck discharge. A direct-current main power supply, The power transistor for switching which opens and closes this direct-current main power supply, and the pressure-up transformer which carries out the pressure up of the input of this power transistor, The rectification / polar change-over section which performs rectification and a polar switch of this pressure-up transformer of an output, The filter circuit section which carries out smooth [ of the rectification output of this rectification / polar change-over section ], and the feeder circuit section which impresses the output voltage of this filter circuit section to an above top electrode and a bottom electrode, The output short circuit section which short-circuits the output of this feeder circuit section, and the control amplifier for PWM which performs ON / off control of the above-mentioned power transistor for switching, The oscillatory wave form signal generator which generates alternatively two or more oscillatory wave form signals, and the attenuated wave train signal generator which generates alternatively two or more attenuated wave train signals, The multiplication section which carries out the multiplication of the above-mentioned oscillatory wave form signal and the attenuated wave train signal, and generates a damping-oscillation signal, The signal change-over section which supplies the damping-oscillation signal of the above-mentioned multiplication section for the predetermined adsorption tense signal for adsorption at the above-mentioned control amplifier for PWM, respectively at the time of the above-mentioned balking at the time of the above-mentioned adsorption, The power source for electrostatic chucks of semiconductor fabrication machines and equipment equipped with the polar change-over control section which performs a polar switch of the above-mentioned rectification / polar change-over section according to the output of the above-mentioned signal change-over section, and the negative feedback circuit section which carries out negative feedback of the output of the above-mentioned feeder circuit section as an input of the above-mentioned control amplifier for PWM.

[Claim 2] The power source for electrostatic chucks of the semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 1 characterized by having further the neutral zone generating section from which it is made for predetermined time and an output to serve as zero potential on the output polarity switch point of the above-mentioned pressure-up transformer.

[Claim 3] It is prepared in the upper electrode countered and prepared and a bottom electrode, and a bottom [ this ] electrode, and by charging and discharging The optical switching element which connects electrically with this too hastily the electrostatic chuck which adsorbs a semi-conductor wafer electrostatic and is made to secede from it, and the bottom electrode of the above and an electrostatic chuck, The transparent window part prepared in the chamber which contains each above-mentioned part,

and the above-mentioned chamber for supplying the optical control signal which controls ON/OFF of the above-mentioned optical switching element from this chamber exterior, Semiconductor fabrication machines and equipment equipped with the light-emitting part formed in the exterior of the above-mentioned chamber which generates the above-mentioned optical control signal.

[Claim 4] Semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 3 characterized by the above-mentioned electrostatic chuck equipping the field of the electrostatic chuck electrically connected with the above-mentioned optical switching element with the electrode pattern which has the configuration which spreads in homogeneity.

[Claim 5] A direct-current main power supply and the power transistor for switching which open and close this direct-current main power supply, The pressure-up transformer which carries out the pressure up of the input of this power transistor, and the rectification / polar change-over section which performs rectification and a polar switch of this pressure-up transformer of an output, The filter circuit section which carries out smooth [ of the rectification output of this rectification / polar change-over section ], and the feeder circuit section which impresses the output voltage of this filter circuit section to an above top electrode and a bottom electrode, The output short circuit section which short-circuits the output of this feeder circuit section, and the control amplifier for PWM which performs ON / off control of the above-mentioned power transistor for switching, The oscillatory wave form signal generator which generates alternatively two or more oscillatory wave form signals, and the attenuated wave train signal generator which generates alternatively two or more attenuated wave train signals, The multiplication section which carries out the multiplication of the above-mentioned oscillatory wave form signal and the attenuated wave train signal, and generates a damping-oscillation signal, The signal change-over section which supplies the damping-oscillation signal of the above-mentioned multiplication section for the predetermined adsorption tense signal for adsorption at the above-mentioned control amplifier for PWM, respectively at the time of the above-mentioned balking at the time of the above-mentioned adsorption, The polar change-over control section which performs a polar switch of the above-mentioned rectification / polar change-over section according to the output of the above-mentioned signal change-over section, the negative feedback circuit section which carries out negative feedback of the output of the above-mentioned feeder circuit section as an input of the above-mentioned control amplifier for PWM -- since -- the semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 3 or 4 characterized by having the becoming power source for electrostatic chucks.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Industrial Application] This invention relates to the power source for electrostatic chucks for the electrostatic chuck of semiconductor fabrication machines and equipment which adsorbs especially a semi-conductor wafer electrostatic and is made to fix etc.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] There is for example, plasma treatment equipment as this kind of semiconductor fabrication machines and equipment. The configuration of the electrode with which the electrostatic chuck of plasma treatment equipment was prepared is shown in drawing 9. (a) of drawing 9 shows the electrostatic chuck of a unipolar type, and (b) shows an electrostatic bipolar type chuck.

[0003] In drawing 9, the power source for electrostatic chucks 50, 50a, and 50b were indicated to be equivalent, and 51, 51a and 51b show the plasma discharge electrode in the vacuum chamber (not shown) of a BURAZUMA processor. The electrostatic chuck made from a ceramic to which 52 added titanium oxide to the alumina ceramic, the semi-conductor wafer with which 53 is adsorbed by this electrostatic by this electrostatic chuck 52, and 54 show the equivalent resistance ( $R_p$ ) of the plasma.

[0004] Next, the conventional actuation is explained with reference to the wave form chart of drawing 10. In such a configuration, if applied voltage (about -500- -1000 V) as shown in the plasma discharge electrodes 51, 51a, and 51b which formed the electrostatic chuck 52 at (a) of drawing 10 from the power sources 50, 50a, and 50b for electrostatic chucks is given, between the semi-conductor wafer 53 and the electrostatic chuck 52, electrostatic force (Coulomb force) will work and the semi-conductor wafer 53 will be adsorbed by the electrostatic chuck 52. Consequently, adhesion immobilization of the semi-conductor wafer 53 is strongly carried out to the plasma discharge electrodes (bottom electrode) 51, 51a, and 51b with which the electrostatic chuck 52 is formed.

[0005] Usually, the thin slot is formed in the faying surface and uniform cooling of a sink and a semi-conductor wafer is measured for inert gas, such as helium. In order to measure the homogeneity of the temperature distribution within a semi-conductor wafer side, the homogeneity of the adsorption power of an electrostatic chuck is also required. Usually, electrostatic force (Coulomb force) is shown by the degree type.

**[0006]**

$F = (1/2) \cdot \epsilon_0 \cdot (V/d)^2 \dots (1)$  [0007] Here, in a suction force and  $\epsilon_0$ , a dielectric constant and  $V$  express applied voltage and  $d$  expresses [ F ] spacing. Generally the electrostatic chuck is told that the adsorption power by the leakage current of an electrostatic chuck is working in addition to this Coulomb force (Johnson, the Ra Bec force). For this reason, bigger adsorption power than a formula (1) is acquired.

[0008] Next, in canceling adsorption power and making it secede from the semi-conductor wafer 53, as shown in (b) of drawing 10, a power outlet is short-circuited first, and as shown in (a) after that, it impresses a forward electrical potential difference at reversed polarity, i.e., here. (c) of drawing 10 shows change of a suction force after adsorbing the semi-conductor wafer 53 until it makes it break

away.

[0009] Moreover, there is also a method of impressing the electrical potential difference of damping oscillation as shown in JP,62-44332,A, JP,1-112745,A, and JP,4-246843,A at the time of balking. Furthermore, a charge is made to discharge to JP,5-74920,A and the approach of carrying out easy [ of the balking ] is described to it by connecting lead wire to a semi-conductor wafer and an electrode, pulling these out to the chamber exterior, and connecting through resistance.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the above conventional power sources for electrostatic chucks The electrical potential difference of -500--1000V (a polarity -- forward and negative -- although any are sufficient, in plasma treatment equipment, negative polarity is used well) is impressed at the time of adsorption. After making it adsorb and completing etching etc., straight polarity tends to be impressed in reversed polarity and this case after the short circuit of a power outlet, and it is going to negate the charge charge within an electrostatic chuck, but if a setup of the impression time amount of reversed polarity is difficult for this and too long, adsorption power will generate it again. The part of A of the property curve of (c) of drawing 10 shows this. Thus, there was a trouble that control of the reversed-polarity impression time amount at the time of balking was difficult, according to the difference of the very small property of the adsorbate (here semi-conductor wafer).

[0011] Moreover, lead wire was connected to the semi-conductor wafer and the electrode, like JP,5-74920,A, when making a charge discharge by pulling these out to the chamber exterior and connecting, the electric wire needed to be drawn in the chamber, this lead wire might gather the noise, malfunction might be caused, and there were troubles, like the structure of semiconductor fabrication machines and equipment also becomes complicated.

[0012] Even if this invention was made in order to cancel the above troubles, and the difference of a very small electrification property is in the adsorbate, i.e., a semi-conductor wafer, it aims at offering the power source for electrostatic chucks which makes the charge charge of an electrostatic chuck discharge so that balking can be ensured at the time of balking. Moreover, this invention aims at offering the semiconductor fabrication machines and equipment which can pull out the charge charge of an electrostatic chuck and can be performed without an electric wire by control from the outside of a chamber.

[0013]

[Means for Solving the Problem] An example is taken by the above-mentioned purpose. Invention of the 1st of this invention An electrical potential difference is impressed to the bottom electrode of the above which prepared the electrostatic chuck which consists of a dielectric among the upper electrode of the pair countered and prepared in the vacuum chamber of semiconductor fabrication machines and equipment, and a bottom electrode so that it might intervene between semi-conductor wafers. It is the power source for electrostatic chucks of semiconductor fabrication machines and equipment from which adsorb a semi-conductor wafer and this is made to secede by being charged and making the above-mentioned electrostatic chuck discharge. A direct-current main power supply, The power transistor for switching which opens and closes this direct-current main power supply, and the pressure-up transformer which carries out the pressure up of the input of this power transistor, The rectification / polar change-over section which performs rectification and a polar switch of this pressure-up transformer of an output, The filter circuit section which carries out smooth [ of the rectification output of this rectification / polar change-over section ], and the feeder circuit section which impresses the output voltage of this filter circuit section to an above top electrode and a bottom electrode, The output short circuit section which short-circuits the output of this feeder circuit section, and the control amplifier for PWM which performs ON / off control of the above-mentioned power transistor for switching, The oscillatory wave form signal generator which generates alternatively two or more oscillatory wave form signals, and the attenuated wave train signal generator which generates alternatively two or more attenuated wave train signals, The multiplication section which carries out the multiplication of the above-mentioned oscillatory wave form signal and the attenuated wave train signal, and generates a damping-oscillation signal, The signal change-over section which supplies the damping-

oscillation signal of the above-mentioned multiplication section for the predetermined adsorption tense signal for adsorption at the above-mentioned control amplifier for PWM, respectively at the time of the above-mentioned balking at the time of the above-mentioned adsorption, It is in the power source for electrostatic chucks of semiconductor fabrication machines and equipment equipped with the polar change-over control section which performs a polar switch of the above-mentioned rectification / polar change-over section according to the output of the above-mentioned signal change-over section, and the negative feedback circuit section which carries out negative feedback of the output of the above-mentioned feeder circuit section as an input of the above-mentioned control amplifier for PWM.

[0014] Invention of the 2nd of this invention is the output polarity switch point of the above-mentioned pressure-up transformer, and is in the power source for electrostatic chucks of the semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 1 characterized by having further predetermined time and the neutral zone generating section from which it is made for an output to serve as zero potential.

[0015] Invention of the 3rd of this invention is prepared in the upper electrode prepared face to face and a bottom electrode, and a bottom [ this ] electrode, and by charging and discharging The optical switching element which connects electrically with this too hastily the electrostatic chuck which adsorbs a semi-conductor wafer electrostatic and is made to secede from it, and the bottom electrode of the above and an electrostatic chuck, The transparent window part prepared in the chamber which contains each above-mentioned part, and the above-mentioned chamber for supplying the optical control signal which controls ON/OFF of the above-mentioned optical switching element from this chamber exterior, It is in semiconductor fabrication machines and equipment equipped with the light-emitting part formed in the exterior of the above-mentioned chamber which generates the above-mentioned optical control signal.

[0016] Invention of the 4th of this invention has the above-mentioned electrostatic chuck in the semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 3 characterized by equipping the field of the electrostatic chuck electrically connected with the above-mentioned optical switching element with the electrode pattern which has the configuration which spreads in homogeneity.

[0017] The power transistor for switching with which invention of the 5th of this invention opens and closes a direct-current main power supply and this direct-current main power supply, The pressure-up transformer which carries out the pressure up of the input of this power transistor, and the rectification / polar change-over section which performs rectification and a polar switch of this pressure-up transformer of an output, The filter circuit section which carries out smooth [ of the rectification output of this rectification / polar change-over section ], and the feeder circuit section which impresses the output voltage of this filter circuit section to an above top electrode and a bottom electrode, The output short circuit section which short-circuits the output of this feeder circuit section, and the control amplifier for PWM which performs ON / off control of the above-mentioned power transistor for switching, The oscillatory wave form signal generator which generates alternatively two or more oscillatory wave form signals, and the attenuated wave train signal generator which generates alternatively two or more attenuated wave train signals, The multiplication section which carries out the multiplication of the above-mentioned oscillatory wave form signal and the attenuated wave train signal, and generates a damping-oscillation signal, The signal change-over section which supplies the damping-oscillation signal of the above-mentioned multiplication section for the predetermined adsorption tense signal for adsorption at the above-mentioned control amplifier for PWM, respectively at the time of the above-mentioned balking at the time of the above-mentioned adsorption, The polar change-over control section which performs a polar switch of the above-mentioned rectification / polar change-over section according to the output of the above-mentioned signal change-over section, the negative feedback circuit section which carries out negative feedback of the output of the above-mentioned feeder circuit section as an input of the above-mentioned control amplifier for PWM -- since -- it is in the semiconductor fabrication machines and equipment according to claim 3 or 4 characterized by having the becoming power source for electrostatic chucks.

[0018]

[Function] In invention of the 1st of this invention, the more exact electrical potential difference of a damped-oscillation wave can be outputted by being able to choose the desired output of a damped-oscillation wave at the time of semi-conductor wafer balking, and being able to generate in consideration of the property of a semi-conductor wafer, at it, and feeding back the output of the power source for electrostatic chucks, constituting a closed loop between control input signals, and performing feedback control.

[0019] In invention of the 2nd of this invention, when vibration of a damping-oscillation signal forms a neutral zone in the point which switches to forward and negative and cuts and replaces the polarity of an output side with the time amount of this neutral zone at the time of balking, stabilization of control of a transition stage can be measured.

[0020] Since the optical switching element which can control by invention of the 3rd of this invention with light as a component for connecting a bottom power source with an electrostatic chuck too hastily compulsorily was used carrying out incidence of the light from the chamber exterior -- control -- it can carry out -- thereby -- the inside of a chamber -- an electric wire -- a lead-in -- there are nothings, and discharge of an electrostatic chuck can be controlled, malfunction of the component for a short circuit can be prevented, and the structure of semiconductor fabrication machines and equipment does not become complicated, either

[0021] In invention of the 4th of this invention, since it was made to short-circuit a bottom electrode with an electrostatic chuck compulsorily to the field where the semi-conductor wafer of an electrostatic chuck adsorbs by preparing the electrode pattern which spreads in homogeneity in this field, connecting an optical switching element to this, and making an optical switching element into switch-on, the charge charge of an electrostatic chuck can be made to discharge to homogeneity efficiently, as a result it can secede from a positive semi-conductor wafer to it.

[0022] In the semiconductor fabrication machines and equipment which prepared the optical switching element which short-circuits an electrostatic chuck and a bottom power source in invention of the 5th of this invention The power source for electrostatic chucks shall be depended on this invention. At the time of the power-source short circuit after semi-conductor wafer adsorption It is made to discharge by the electrostatic chuck still more efficiently and correctly by also making an optical switching element into switch-on, and short-circuiting a bottom electrode with an electrostatic chuck at the same time it closes the contact for a short circuit and short-circuits the power outlet of the power source for electrostatic chucks.

[0023]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained according to drawing.

Example 1. drawing 1 is drawing showing the configuration of semiconductor fabrication machines and equipment equipped with the power source for electrostatic chucks by one example of this invention, mentions plasma treatment equipment as an example, and explains it here. For bellows and 9, as for the power source for electrostatic chucks, and 11, in drawing 1, an exhaust port and 10 are [ the electrostatic chuck by which the upper electrode with which semiconductor fabrication machines and equipment and 2 make a vacuum chamber serve a double purpose, and, as for 3, 1 makes the feed hopper 8 of reactant gas serve a double purpose, and 4 were prepared in the bottom electrode, and 5 was prepared in the bottom electrode 4 and 6 / a semi-conductor wafer and 7 / an adjustment machine and 12 ] coaxial gables.

[0024] Moreover, it is characterized by for drawing 2 showing an example of the configuration of the power source 10 for electrostatic chucks of drawing 1, and carrying out feedback control of the output of that the desired output of a damped-oscillation wave can be generated in consideration of the property of a semi-conductor wafer, and the power source 10 for electrostatic chucks at the time of semi-conductor wafer balking, and outputting the more exact electrical potential difference of a damped-oscillation wave especially. These consist of hardware (not based on program control, such as a microcomputer mentioned later) altogether fundamentally.

[0025] In drawing 2 a direct-current main power supply and 102 101 The power transistor for switching, Two partial pressure resistance 104a for 103 to feed back a pressure-up transformer and for 104 make

high-pressure output voltage feed back, The filter circuit which consists of resistance 105a to which the output dividing network which consists of 104b, and 105 graduate a switching frequency, and two capacitor 105b, The contact for a short circuit for 106 to short-circuit the output terminal 130 of the power source 10 for electrostatic chucks, and 107, 108a and 108b are the switches and diodes for rectification of the output of the pressure-up transformer 103, and a polar switch. In addition, the switch 107 which performs a polar switch of an output side is realizable by the solid state switch, the reed relay, a mercury wetted contact relay, etc. Moreover, the usual relay may be used when the period of vibration can be made late.

[0026] The neutral zone generating circuit for making the neutral zone of the control input for measuring stabilization of a polar change-over transition stage which consists of the control amplifier for PWM with which 110 performs ON / off control, a subtraction component for which 111 performs subtraction with a control signal and the feedback signal from the output dividing network 104, and diodes 112a and 112b with which, as for 112, antiparallel connection of the pair was carried out, and 113 are the polar change-over controller of the high-tension side which carries out change-over control in a switch 107 according to the control signal from the below-mentioned buffer amplifier 114. [ the power transistor 102 for switching ]

[0027] As for the change-over gate section to which 114 switches the buffer amplifier of the input control of a high voltage power supply, and 115 switches the adsorption tense signal C at the time of adsorption, and the damping-oscillation signal D at the time of balking, the analog switch to which 116a and 116b switch by control of this change-over gate section 115, and 116c and 116d, resistance and 117 are multipliers. 121 is the selecting switch of these damped-wave form signals in the selecting switch as which 119 chooses these oscillatory wave form signals with the oscillatory wave form signal generator with which 118 generates various oscillatory wave form signals, and the damped-wave form signal generator with which 120 generates various attenuated wave train signals.

[0028] The damping-oscillation signal D can acquire the oscillatory wave form signal of the oscillatory wave form signal generator 118, and the attenuated wave train signal of the attenuated wave train signal generator 120 by letting a multiplier 117 pass. At the time of balking, this damped-oscillation signal D turns into a control input signal to the switching power supply of an electrostatic chuck. The damped-oscillation signal D chosen as a control input signal is inputted into the subtraction component 111 through buffer amplifier 114 grade in the change-over gate section 115.

[0029] With the subtraction component 111, feedback control is performed, subtraction with the damped-oscillation signal D and the signal fed back from the output side is performed, and it is outputted as a signal for the power modules (PWM) to a power transistor 102 from the control amplifier 110 for PWM after that. Thereby, pulse width is controlled by the power transistor 102, and it is controlled so that the output voltage from an output terminal 130 becomes the same as the damping-oscillation signal D.

[0030] In addition, a switch 107 and Diodes 108a and 108b constitute rectification / polar change-over section, a filter circuit 105 constitutes the filter circuit section, the adjustment machine 11 and the coaxial gable 12 of an output terminal 130 and drawing 1 constitute the feeder circuit section, the contact 106 for a short circuit constitutes the output short circuit section, and the oscillatory wave form signal generator 118 and a selecting switch 119 constitute an oscillatory wave form signal generator.

[0031] Moreover, the damped-wave form signal generator 120 and a selecting switch 121 constitute an attenuated wave train signal generator, a multiplier 117 constitutes the multiplication section, the change-over gate section 115, analog switches 116a and 116b, Resistance 116c and 116d, and the buffer amplifier 114 constitute the signal change-over section, the polar change-over controller 113 constitutes a polar change-over control section, and the output dividing network 104 and the attenuation component 111 constitute the negative feedback circuit section.

[0032] Next, actuation is explained according to the wave shown in drawing 3 . (a) is the output voltage wave of the power source 10 for electrostatic chucks. The start at the time of adsorption shows for controlling the charging current to the electrostatic chuck 5 in two steps. (b) is the wave of the adsorption tense signal C, and the output of the power source 10 for electrostatic chucks at the time of

adsorption has become a thing according to this.

[0033] After adsorption is completed, (c) is a power-outlet short circuit signal for closing the contact 106 for a short circuit and short-circuiting a power outlet in order to make the charge charge of the electrostatic chuck 5 discharge early. This has good effectiveness, when the electrostatic chuck body stated in the example 3 is used together with what is short-circuited directly.

[0034] Then, the damping-oscillation signal D of (f) can be made by going into a balking sequence and multiplying the oscillatory wave form signal of the oscillatory wave form signal generator 118 of (d), and the attenuated wave train signal of the attenuated wave train signal generator 120 of (e) with a multiplier 117. At this time, the oscillatory wave form signal of the oscillatory wave form signal generator 118 and the damped-wave form signal of the damped-wave form signal generator 120 can choose a desired thing in consideration of the electrification property of semi-conductor EUHA 6 with each selecting switch 119 and 121.

[0035] Two or more sorts of oscillating signals, such as a sine wave, a square wave, and a triangular wave, are generated, and the attenuated wave train signal generator 120 also generates two or more sorts of attenuation signals, such as linear attenuation and an exponential decay, and the oscillatory wave form signal generator 118 can choose them from such combination.

[0036] (g) explains this in the example 2 about the neutral zone generating circuit 112. (h) is a polar change-over signal for switching the polarity of an output side acquired by judging the polarity of the positive/negative of an above-mentioned damping-oscillation signal, and the polarity of a damping-oscillation signal is judged with the polar change-over controller 113, and it outputs a signal like illustration to a switch 107.

[0037] The wave form chart at the time of impressing the applied voltage of a desired damping-oscillation signal wave form to a bottom electrode at the time of balking is shown in drawing 4 like this example. In (a), applied voltage and (b) show the timing of a power-outlet short circuit, and (c) shows a suction force. By impressing the applied voltage of a desired wave-like damping-oscillation signal wave form, as shown in (c), it is lost again that a suction force occurs.

[0038] In addition, although the power source 10 for electrostatic chucks shown in drawing 2 consists of hardware fundamentally altogether, the parts of the oscillatory wave form signal generator 118, the damped-wave form signal generator 120, selecting switches 119 and 121, and a multiplier 117 may consist of D/A converters 31 which change into an analog signal the digital signal which the microcomputer 30 with a built-in wave generating program and this output as shown in drawing 5.

[0039] What is necessary is for the software of a microcomputer 30 to realize an algorithm equivalent to the arbitrary function generator called a common name and a function generator, and just to output this digital value through bipolar type D/A converter 31.

[0040] As mentioned above, can choose the desired output of a damped-oscillation wave at the time of semi-conductor wafer balking, and can generate in consideration of the property of a semi-conductor wafer, in this example, at it, and the output of the power source for electrostatic chucks is fed back. Since the more exact electrical potential difference of a damping-oscillation wave can be outputted by constituting a closed loop between control input signals, and performing feedback control, again, adsorption power does not occur and balking can be ensured.

[0041] example 2. -- especially this example is related with the neutral zone generating circuit 112 of drawing 2. A neutral zone is formed in the switching point of the positive/negative of the damping-oscillation signal D by the neutral zone generating circuit 112 which consists of diodes 112a and 112b by which antiparallel connection was carried out. The signal is shown in (g) of drawing 3. This needs a polar change-over of the output side by the polar change-over controller 113, the switch 107, and Diodes 108a and 108b, after making a control input signal into zero and completing a polar switch of an output side certainly, it is inputting a control input signal between this polar change, and it is planning certainty of operation and safety.

[0042] As mentioned above, in this example, when vibration forms a neutral zone in the point which switches to forward and negative and cuts and replaces the polarity of an output side with the time amount of this neutral zone at the time of balking, stabilization of control of a transition stage can be

measured.

[0043] The equal circuit about the electrostatic chuck in the vacuum chamber of plasma treatment equipment is shown in example 3. drawing 6. Cc and Rc show Cw and the capacity of the electrostatic chuck 52 and resistance, and Rw show the capacity of the adsorbate (here semi-conductor wafer 53), and resistance. Rp is the equivalent resistance of plasma discharge.

[0044] As shown in this circuit, after charging, discharge of the charge of the both ends of the capacity Cc of the electrostatic chuck 52 takes time amount only by short-circuiting the output of the power source 50 for electrostatic chucks at the contact 106 for a short circuit. Moreover, a value (about 100 M omega) with the big resistance Rc of the electrostatic chuck 52 is needed. This is because it is necessary to enlarge resistance Rc compared with the resistance Rw of the semi-conductor wafer 53, to make small the electrical potential difference concerning Resistance Rw, and to control the charge up of the semi-conductor wafer 53.

[0045] Since charge and discharge are performed through the electrostatic chuck power source 50, the semi-conductor wafer 53, and the equivalent resistance Rp of plasma discharge, time amount compaction of discharge is difficult only in a power-source short circuit at the time of discharge. Then, the semiconductor fabrication machines and equipment which have improved this are explained below.

[0046] Drawing 7 is drawing showing the configuration of the semiconductor fabrication machines and equipment by another example of this invention. In drawing 7, the same sign shows the same as that of what is shown in drawing 1, or a considerable part, and explanation is omitted. In semiconductor-fabrication-machines-and-equipment 1a of this example, the optical switching element 13 for short-circuiting the electrostatic chuck 5 and the bottom electrode 4 electrically is formed in the vacuum chamber 2. In addition, when installing into the vacuum chamber 2 which performs plasma treatment, it is necessary to cover this optical switching element 13 in the covering 14 grade made from the ceramic of plasma-proof nature.

[0047] Moreover, in order to lead the optical control signal for turning on/off controlling an optical switching element 13 to the vacuum chamber 2 from the chamber outside, window part 2a of transparency is prepared. And this is sent to an optical switching element 13 through window part 2a, and an optical switching element 13 short-circuits the electrostatic chuck 6 and the bottom electrode 4, and makes the electrostatic chuck 6 discharge compulsorily by generating an optical control signal from the light emitting device 15 which is the light-emitting part formed in the outside of the vacuum chamber 2.

[0048] In addition, resistance may be inserted in an optical switching element 13 in order to restrict the rush current of the discharge current. Moreover, although the power source 10 for electrostatic chucks by this invention explained to drawing 7 in the previous example as a power source for electrostatic chucks is shown, it is not limited to this.

[0049] As mentioned above, in this example, as a component for connecting a bottom electrode with an electrostatic chuck too hastily compulsorily, since the optical switching element which can control by light was used carrying out incidence of the light from the chamber exterior -- control -- it can carry out -- thereby -- the inside of a chamber -- an electric wire -- a lead-in -- discharge of an electrostatic chuck can be controlled without things, malfunction of the component for a short circuit can be prevented, and the structure of semiconductor fabrication machines and equipment does not become complicated, either

[0050] example 4. -- this example is related with the structure for making it discharge more efficiently especially about the electrostatic chuck of the semiconductor fabrication machines and equipment of the above-mentioned example 4. Drawing 8 shows the structure of electrostatic chuck 5a by this example, and the bottom electrode 4, in part, (a) is a sectional view and (b) is a perspective view. As shown in drawing, the electrode pattern 57 by which the semi-conductor wafer of electrostatic chuck 5a formed carbon with near this electrostatic chuck 5a and temperature expansion coefficient and the thin conductor of a stainless steel system in the field where it adsorbs with means, such as vacuum evaporationo, is formed, and one side of an optical switching element 13 is connected to this.

[0051] The electrode pattern 57 is a radial and the network type thing to which the conductor extended

annularly from the core of electrostatic chuck 5a so that it may spread in homogeneity in the field of electrostatic chuck 5a. And if an optical switching element 13 is made to turn on, electrostatic chuck 5a will discharge at a stretch to homogeneity efficiently.

[0052] An electrode pattern seems moreover, to cover the whole surface of electrostatic chuck 5a like the electrode pattern 58 shown in (c) of drawing 8, and (d). Furthermore, an electrode pattern should just be the thing of the configuration which spreads in homogeneity in the field which is not limited to the configuration of this and adsorbs the semi-conductor wafer of electrostatic chuck 5a.

[0053] According to this example, the semi-conductor wafer of electrostatic chuck 5a as mentioned above to the field where it adsorbs Since it was made to short-circuit compulsorily electrostatic chuck 5a and the bottom electrode 4 by forming the electrode patterns 57 and 58 which spread in homogeneity in this field, connecting an optical switching element 13 to this, and making an optical switching element 13 into switch-on The charge charge of electrostatic chuck 5a can be made to discharge to homogeneity efficiently, as a result it can secede from a positive semi-conductor wafer.

[0054] example 5. -- in this example, it shall be based on this invention that shows the power source 10 for electrostatic chucks to drawing 2 </A> in semiconductor-fabrication-machines-and-equipment 1a shown in drawing 7 which formed the optical switching element 13 which short-circuits the electrostatic chuck 5 and the bottom power source 4 And while closing the contact 106 for a short circuit shown in drawing 1 and short-circuiting a power outlet at the time of the power-source short circuit after the semi-conductor wafer adsorption shown in drawing 3 and drawing 4, it can be made to discharge by the electrostatic chucks 5 and 5a still more efficiently and correctly by also turning on an optical switching element 13 (switch-on), and short-circuiting the bottom electrode 4 with the electrostatic chucks 5 and 5a.

[0055]

[Effect of the Invention] As mentioned above, in invention of the 1st of this invention, can choose the desired output of a damped-oscillation wave at the time of semi-conductor wafer balking, and can generate in consideration of the property of a semi-conductor wafer, at it, and the output of the power source for electrostatic chucks is fed back. Since it enabled it to output the more exact electrical potential difference of a damping-oscillation wave by constituting a closed loop between control input signals, and performing feedback control The effectiveness of being able to offer the power source for electrostatic chucks which can perform balking which is the variation in balking time amount, and which was trustworthy rather than there was nothing, and was stabilized is acquired.

[0056] Moreover, stabilization of control of a transition stage can measure and the effectiveness of being able to offer the power source for electrostatic chucks which can perform balking which is the variation in balking time amount further, and which was trustworthy rather than there was nothing, and was stabilized is acquired by forming a neutral zone in the point from which vibration of a damping-oscillation signal switches to forward and negative at invention of the 2nd of this invention at the time of balking, and switching the polarity of an output side to the time amount of this neutral zone.

[0057] Moreover, since the optical switching element which can control by invention of the 3rd of this invention with light as a component for connecting a bottom power source with an electrostatic chuck too hastily compulsorily was used There are nothings. carrying out incidence of the light from the chamber exterior -- control -- it can carry out -- thereby -- the inside of a chamber -- an electric wire -- a lead-in -- Discharge of an electrostatic chuck is controllable, therefore malfunction of the component for a short circuit can be prevented, and the effectiveness of structure also being able to offer easy semiconductor fabrication machines and equipment is acquired.

[0058] In invention of the 4th of this invention, the semi-conductor wafer of an electrostatic chuck to moreover, the field where it adsorbs Since it was made to short-circuit a bottom electrode with an electrostatic chuck compulsorily by preparing the electrode pattern which spreads in homogeneity in this field, connecting an optical switching element to this, and making an optical switching element into switch-on The effectiveness of being able to offer the semiconductor fabrication machines and equipment which the charge charge of an electrostatic chuck can be made to discharge to homogeneity efficiently, as a result can secede from a positive semi-conductor wafer is acquired.

[0059] And it sets to the semiconductor fabrication machines and equipment which prepared the optical switching element which short-circuits an electrostatic chuck and a bottom power source in invention of the 5th of this invention. The power source for electrostatic chucks shall be depended on this invention. At the time of the power-source short circuit after semi-conductor wafer adsorption By also making an optical switching element into switch-on, and short-circuiting a bottom electrode with an electrostatic chuck at the same time it closes the contact for a short circuit and short-circuits the power outlet of the power source for electrostatic chucks The effectiveness of being able to offer the semiconductor fabrication machines and equipment which can make discharge still more efficiently and ensure to an electrostatic chuck is acquired.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-250579

(43)公開日 平成8年(1996)9月27日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/68			H 01 L 21/68	R
// B 23 Q 3/15			B 23 Q 3/15	D
H 01 L 21/3065			H 02 M 3/28	H
H 02 M 3/28			H 01 L 21/302	B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

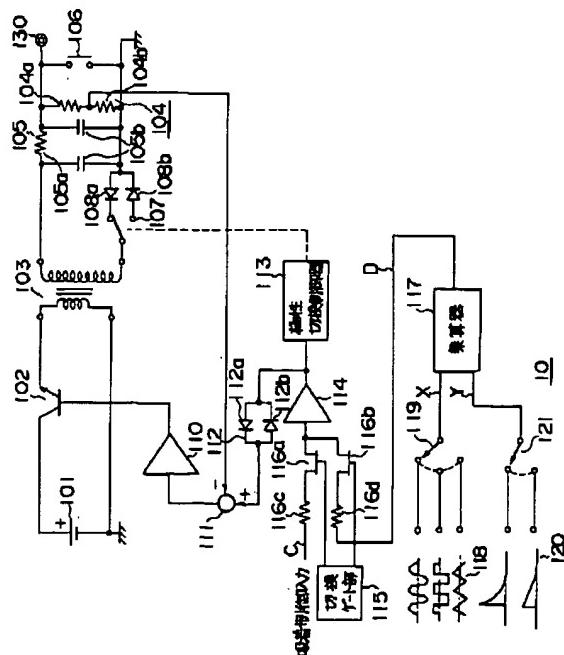
(21)出願番号	特願平7-54499	(71)出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22)出願日	平成7年(1995)3月14日	(72)発明者	奥 康二 福岡市西区今宿東一丁目1番1号 三菱電機株式会社福岡製作所内
		(74)代理人	弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54)【発明の名称】 半導体製造装置の静電チャック用電源および半導体製造装置

(57)【要約】

【目的】 半導体ウエハに微少な帶電特性の差があっても、離脱時に確実に離脱が行えるように静電チャックのチャージ電荷を確実に放電させる静電チャック用電源を提供することを目的とする。

【構成】 半導体ウエハ離脱時に半導体ウエハの特性を考慮して、振動波形信号発生器118からの所望の振動波形信号と、減衰波形信号発生器120からの所望の減衰波形信号とを乗算器117で組み合わせて所望の減衰振動波形を選択して発生し、また出力分割回路104および減算素子111により、静電チャック用電源の出力をフィードバックして制御入力信号との間で閉ループを構成してフィードバック制御を行い、正確な減衰振動波形の電圧を出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体製造装置の真空チャンバ内に対向して設けられた一対の上電極および下電極のうち、誘電体からなる静電チャックを半導体ウエハとの間に介在するように設けた上記下電極に電圧を印加して、上記静電チャックを帯電、放電させることにより、これに半導体ウエハを吸着、離脱させる、半導体製造装置の静電チャック用電源であつて、

直流主電源と、

この直流主電源を開閉するスイッチング用パワートランジスタと、  
このパワートランジスタの入力を昇圧する昇圧トランジスタと、  
この昇圧トランスの出力の整流および極性の切り換えを行う整流／極性切換部と、  
この整流／極性切換部の整流出力を平滑するフィルタ回路部と、  
このフィルタ回路部の出力電圧を上記上電極と下電極に対して印加する給電回路部と、  
この給電回路部の出力を短絡する出力短絡部と、  
上記スイッチング用パワートランジスタのオン／オフ制御を行うPWM用制御増幅器と、  
複数の振動波形信号を選択的に発生する振動波形信号発生部と、  
複数の減衰波形信号を選択的に発生する減衰波形信号発生部と、  
上記振動波形信号と減衰波形信号とを乗算して減衰振動信号を発生する乗算部と、  
上記吸着時には吸着用の所定の吸着時制御信号を、上記離脱時には上記乗算部の減衰振動信号を、それぞれ上記PWM用制御増幅器に供給する信号切換部と、  
上記信号切換部の出力に従って上記整流／極性切換部の極性切り換えを行う極性切換制御部と、  
上記給電回路部の出力を上記PWM用制御増幅器の入力として負帰還する負帰還回路部と、  
を備えた半導体製造装置の静電チャック用電源。

【請求項2】 上記昇圧トランスの出力極性切り換えポイントで、所定時間、出力が零電位となるようにする不感帶発生部をさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の半導体製造装置の静電チャック用電源。

【請求項3】 対向して設けられた上電極および下電極と、

この下電極に設けられ、帯電、放電されることにより、これに半導体ウエハを静電的に吸着、離脱させる静電チャックと、

上記下電極と静電チャックとを電気的に短絡する光スイッチング素子と、

上記各部分を収納するチャンバと、

このチャンバ外部から上記光スイッチング素子のオン／オフを制御する光制御信号を供給するための、上記チャ

10

20

30

40

50

ンバに設けられた透明な窓部と、

上記光制御信号を発生する上記チャンバの外部に設けられた発光部と、

を備えた半導体製造装置。

【請求項4】 上記静電チャックが、上記光スイッチング素子と電気的に接続される、静電チャックの面に均一にひろがる形状を有する放電用電極を備えたことを特徴とする請求項3に記載の半導体製造装置。

【請求項5】 直流主電源と、この直流主電源を開閉するスイッチング用パワートランジスタと、このパワートランジスタの入力を昇圧する昇圧トランスと、この昇圧トランスの出力の整流および極性の切り換えを行う整流／極性切換部と、この整流／極性切換部の整流出力を平滑するフィルタ回路部と、このフィルタ回路部の出力電圧を上記上電極と下電極に対して印加する給電回路部と、この給電回路部の出力を短絡する出力短絡部と、上記スイッチング用パワートランジスタのオン／オフ制御を行うPWM用制御増幅器と、複数の振動波形信号を選択的に発生する振動波形信号発生部と、複数の減衰波形信号を選択的に発生する減衰波形信号発生部と、上記振動波形信号と減衰波形信号とを乗算して減衰振動信号を発生する乗算部と、上記吸着時には吸着用の所定の吸着時制御信号を、上記離脱時には上記乗算部の減衰振動信号を、それぞれ上記PWM用制御増幅器に供給する信号切換部と、上記信号切換部の出力に従って上記整流／極性切換部の極性切り換えを行う極性切換制御部と、上記給電回路部の出力を上記PWM用制御増幅器の入力として負帰還する負帰還回路部と、からなる静電チャック用電源を備えたことを特徴とする請求項3または4に記載の半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は半導体製造装置の、特に半導体ウエハを静電的に吸着して固定させる静電チャックのための静電チャック用電源等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種の半導体製造装置として例えばプラズマ処理装置がある。図9にはプラズマ処理装置の静

電チャックが設けられた電極の構成を示す。図9の(a)は単極タイプの静電チャック、(b)は双極タイプの静電チャックを示す。

【0003】 図9において、50、50a、50bは等価的に示された静電チャック用電源、51、51a、51bはプラズマ処理装置の真空チャンバ内(図示せず)にあるプラズマ放電電極を示す。52はアルミニナセラミックに酸化チタンを添加したセラミック製の静電チャック、53はこの静電チャック52により静電的にこれに吸着される半導体ウエハ、54はプラズマの等価抵抗(Rp)を示す。

3

【0004】次に、図10の波形図を参照して従来の動作を説明する。このような構成において、静電チャック52を設けたプラズマ放電電極51、51a、51bに静電チャック用電源50、50a、50bより図10の(a)に示すような印加電圧(約-500~-1000V)を与えると、半導体ウエハ53と静電チャック52との間では静電力(クーロン力)が働き、半導体ウエハ53は静電チャック52に吸着される。この結果、半導体ウエハ53は静電チャック52が設けられているプラズマ放電電極(下電極)51、51a、51bに強く密着固定される。

【0005】通常は密着面に細い溝が形成されており、He等の不活性ガスを流し、半導体ウエハの均一な冷却を計る。半導体ウエハ面内の温度分布の均一性を計るために、静電チャックの吸着力の均一性も必要である。通常、静電力(クーロン力)は次式で示される。

【0006】

$$F = (1/2) \cdot \epsilon \cdot (V/d)^2 \quad \dots \dots \quad (1)$$

【0007】ここで、Fは吸引力、 $\epsilon$ は誘電率、Vは印加電圧、dは間隔を表す。一般に静電チャックには、このクーロン力以外に、静電チャックのリーク電流による吸着力が働いていると言われている(ジョンソン、ラベック力)。このため、式(1)よりも大きな吸着力が得られている。

【0008】次に、吸着力を解除して半導体ウエハ53を離脱させる場合には、図10の(b)に示すようにまず電源出力を短絡し、その後、(a)に示すように逆極性、すなわちここでは正の電圧を印加する。図10の(c)は、半導体ウエハ53を吸着してから離脱させるまでの吸引力の変化を示す。

【0009】また離脱時に、特開昭62-44332号公報、特開平1-112745号公報および特開平4-246843号公報に示されているように、減衰振動の電圧を印加する方法もある。さらに特開平5-74920号公報には、半導体ウエハと電極に導線を接続し、これらをチャンバ外部に引出して抵抗を介して接続することにより電荷を放電させて、離脱を容易する方法が述べられている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の静電チャック用電源では、吸着時は-500~-1000V(極性は正、負いずれでもよいが、プラズマ処理装置においては負極性がよく用いられている)の電圧を印加して、吸着させ、エッチング等が終了した後、電源出力の短絡後、逆極性、この場合は正極性を印加して、静電チャック内でチャージ電荷を打ち消そうとしているが、これは逆極性の印加時間の設定が難しく、長過ぎると再度、吸着力が発生してしまう。図10の(c)の特性カープのAの部分が、これを示している。このように、吸着物(ここでは半導体ウエハ)の微少な特性の差により、離

脱時の逆極性印加時間の制御が難しいという問題点があった。

【0011】また、特開平5-74920号公報のように、半導体ウエハと電極に導線を接続し、これらをチャンバ外部に引き出して接続することにより電荷を放電させる場合には、チャンバ内に電線を引き込む必要があり、この導線がノイズを拾って誤動作を起こす可能性があり、また半導体製造装置の構造も複雑になる等の問題点があった。

【0012】この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、吸着物すなわち半導体ウエハに微少な帶電特性の差があっても、離脱時に確実に離脱が行えるように、静電チャックのチャージ電荷を放電させる静電チャック用電源を提供することを目的とする。またこの発明は、静電チャックのチャージ電荷を引き出し電線なしに、チャンバの外部からの制御により行うことのできる半導体製造装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的に鑑み、この発明の第1の発明は、半導体製造装置の真空チャンバ内に対向して設けられた一対の上電極および下電極のうち、誘電体からなる静電チャックを半導体ウエハとの間に介在するように設けた上記下電極に電圧を印加して、上記静電チャックを帶電、放電することにより、これに半導体ウエハを吸着、離脱させる、半導体製造装置の静電チャック用電源であって、直流主電源と、この直流主電源を開閉するスイッチング用パワートランジスタと、このパワートランジスタの入力を昇圧する昇圧トランジスタと、この昇圧トランジスタの出力の整流および極性の切り換えを行う整流/極性切換部と、この整流/極性切換部の整流部の出力を平滑するフィルタ回路部と、このフィルタ回路部の出力電圧を上記上電極と下電極に対して印加する給電回路部と、この給電回路部の出力を短絡する出力短絡部と、上記スイッチング用パワートランジスタのオン/オフ制御を行うPWM用制御増幅器と、複数の振動波形信号を選択的に発生する振動波形信号発生部と、複数の減衰波形信号を選択的に発生する減衰波形信号発生部と、上記振動波形信号と減衰波形信号とを乗算して減衰振動信号を発生する乗算部と、上記吸着時には吸着用の所定の吸着時制御信号を、上記離脱時には上記乗算部の減衰振動信号を、それぞれ上記PWM用制御増幅器に供給する信号切換部と、上記信号切換部の出力に従つて上記整流/極性切換部の極性切り換えを行う極性切換制御部と、上記給電回路部の出力を上記PWM用制御増幅器の入力として負帰還する負帰還回路部と、を備えた半導体製造装置の静電チャック用電源にある。

【0014】この発明の第2の発明は、上記昇圧トランジスタの出力極性切り換えポイントで、所定時間、出力が零電位となるようにする不感帯発生部をさらに備えたこと

を特徴とする請求項1に記載の半導体製造装置の静電チャック用電源にある。

【0015】この発明の第3の発明は、対向して設けられた上電極および下電極と、この下電極に設けられ、帯電、放電されることにより、これに半導体ウエハを静電的に吸着、離脱させることを電気的に短絡する光スイッチング素子と、上記各部分を収納するチャンバと、このチャンバ外部から上記光スイッチング素子のオン／オフを制御する光制御信号を供給するための、上記チャンバに設けられた透明な窓部と、上記光制御信号を発生する上記チャンバの外部に設けられた発光部と、を備えた半導体製造装置にある。

【0016】この発明の第4の発明は、上記静電チャックが、上記光スイッチング素子と電気的に接続される、静電チャックの面に均一にひろがる形状を有する放電用電極を備えたことを特徴とする請求項3に記載の半導体製造装置にある。

【0017】この発明の第5の発明は、直流主電源と、この直流主電源を開閉するスイッチング用パワートランジスタと、このパワートランジスタの入力を昇圧する昇圧トランスと、この昇圧トランスの出力の整流および極性の切り換えを行う整流／極性切換部と、この整流／極性切換部の整流出力を平滑するフィルタ回路部と、このフィルタ回路部の出力電圧を上記上電極と下電極に対して印加する給電回路部と、この給電回路部の出力を短絡する出力短絡部と、上記スイッチング用パワートランジスタのオン／オフ制御を行うPWM用制御増幅器と、複数の振動波形信号を選択的に発生する振動波形信号発生部と、複数の減衰波形信号を選択的に発生する減衰波形信号発生部と、上記振動波形信号と減衰波形信号とを乗算して減衰振動信号を発生する乗算部と、上記吸着時には吸着用の所定の吸着時制御信号を、上記離脱時には上記乗算部の減衰振動信号を、それぞれ上記PWM用制御増幅器に供給する信号切換部と、上記信号切換部の出力に従って上記整流／極性切換部の極性切り換えを行う極性切換制御部と、上記給電回路部の出力を上記PWM用制御増幅器の入力として負帰還する負帰還回路部と、からなる静電チャック用電源を備えたことを特徴とする請求項3または4に記載の半導体製造装置にある。

#### 【0018】

【作用】この発明の第1の発明では、半導体ウエハ離脱時に半導体ウエハの特性を考慮して所望の減衰振動波形の出力を選択して発生することができ、また、静電チャック用電源の出力をフィードバックして、制御入力信号との間で閉ループを構成してフィードバック制御を行うことにより、より正確な減衰振動波形の電圧を出力することができる。

【0019】この発明の第2の発明では、離脱時に、減衰振動信号の振動が正、負に切り換わるポイントに不感

帯を設け、この不感帯の時間に出力側の極性を切り換ることにより、過渡期の制御の安定化が計れる。

【0020】この発明の第3の発明では、静電チャックと下電源を強制的に短絡するための素子として、光で制御が行える光スイッチング素子を用いるようにしたので、チャンバ外部より光を入射することにより制御を行うことができ、これによりチャンバ内に電線を引込ことなく、静電チャックの放電を制御することができ、従つて短絡用の素子の誤動作が防止でき、かつ半導体製造装置の構造も複雑になることはない。

【0021】この発明の第4の発明では、静電チャックの半導体ウエハが吸着される面に、この面に均一にひろがる放電用電極を設け、これに光スイッチング素子を接続し、光スイッチング素子を導通状態にさせることにより静電チャックと下電極を強制的に短絡させるようにしたので、静電チャックのチャージ電荷を効率よくかつ均一に放電させることができ、ひいては確実な半導体ウエハの離脱が行える。

【0022】この発明の第5の発明では、静電チャックと下電源とを短絡する光スイッチング素子を設けた半導体製造装置において、静電チャック用電源をこの発明によるものとし、半導体ウエハ吸着後の電源短絡時に、短絡用接点を閉じて静電チャック用電源の電源出力を短絡すると同時に、光スイッチング素子も導通状態にして静電チャックと下電極を短絡させることにより、さらに効率よくかつ正確に静電チャックに放電を行わせる。

#### 【0023】

【実施例】以下、この発明の実施例について図に従って説明する。

30 実施例1. 図1はこの発明の一実施例による静電チャック用電源を備えた半導体製造装置の構成を示す図であり、ここではプラズマ処理装置を例に挙げて説明する。図1において、1は半導体製造装置、2は真空チャンバ、3は反応ガスの供給口8を兼用する上電極、4は下電極、5は下電極4に設けられた静電チャック、6は半導体ウエハ、7はペローズ、9は排気口、10は静電チャック用電源、11は整合器、12は同軸ケーブルである。

40 【0024】また、図2は図1の静電チャック用電源10の構成の一例を示すもので、特に、半導体ウエハ離脱時に半導体ウエハの特性を考慮して所望の減衰振動波形の出力を発生することができること、および静電チャック用電源10の出力をフィードバック制御してより正確な減衰振動波形の電圧を出力することを特徴としている。これらは基本的に全て、ハードウエア(後述するマイクロコンピュータ等のようなプログラム制御によらない)で構成されている。

【0025】図2において、101は直流主電源、102はスイッチング用パワートランジスタ、103は昇圧トランス、104は高圧出力電圧をフィードバックさせ

るための2つの分圧抵抗104a、104bからなる出力分割回路、105はスイッチング周波数を平滑化する抵抗105aおよび2つのコンデンサ105bからなるフィルタ回路、106は静電チャック用電源10の出力端子130を短絡させるための短絡用接点、そして107、108aおよび108bは昇圧トランジスタ103の出力の整流および極性切り換えのためのスイッチおよびダイオードである。なお、出力側の極性切り換えを行うスイッチ107は、半導体スイッチ、リードリレー、水銀リレー等で実現できる。また、振動周期を遅くできる場合は、通常のリレーを用いてもよい。

【0026】110はスイッチング用パワートランジスタ102のオン／オフ制御を行うPWM用制御増幅器、111は制御信号と出力分割回路104からのフィードバック信号との減算を行う減算素子、112は一对の逆並列接続されたダイオード112a、112bからなる、極性切換過渡期の安定化を計るために制御入力の不感帯を作り出すための不感帯発生回路、113は後述のバッファアンプ114からの制御信号に従ってスイッチ107を切換制御する高圧側の極性切換制御器である。

【0027】114は高圧電源の入力制御のバッファアンプ、115は吸着時の吸着時制御信号Cと、離脱時の減衰振動信号Dを切り換える切換ゲート部、116a、116bはこの切換ゲート部115の制御によりスイッチングを行うアナログスイッチ、116c、116dは抵抗、117は乗算器である。118は各種振動波形信号を発生する振動波形信号発生器で119はこれらの振動波形信号を選択する選択スイッチ、120は各種減衰波形信号を発生する減衰波形信号発生器で121はこれらの減衰波形信号の選択スイッチである。

【0028】減衰振動信号Dは、振動波形信号発生器118の振動波形信号と減衰波形信号発生器120の減衰波形信号を乗算器117を通して得ることができる。離脱時は、この減衰振動信号Dは静電チャックのスイッチング電源への制御入力信号となる。切換ゲート部115で制御入力信号として選択された減衰振動信号Dは、バッファアンプ114等を介して減算素子111に入力される。

【0029】減算素子111では、フィードバック制御が行われ、減衰振動信号Dと出力側よりフィードバックされた信号との減算が行われ、その後、PWM用制御増幅器110より、パワートランジスタ102へのパワーモジュール(PWM)用の信号として出力される。これにより、パワートランジスタ102によりパルス幅がコントロールされ、出力端子130からの出力電圧が、減衰振動信号Dと同じになるように制御される。

【0030】なお、スイッチ107およびダイオード108a、108bが整流／極性切換部を構成し、フィルタ回路105がフィルタ回路部を構成し、出力端子130、図1の整合器11および同軸ケーブル12が給電回

路部を構成し、短絡用接点106が出力短絡部を構成し、振動波形信号発生器118および選択スイッチ119が振動波形信号発生部を構成する。

【0031】また、減衰波形信号発生器120および選択スイッチ121が減衰波形信号発生部を構成し、乗算器117が乗算部を構成し、切換ゲート部115、アナログスイッチ116a、116b、抵抗116c、116dおよびバッファアンプ114が信号切換部を構成し、極性切換制御器113が極性切換制御部を構成し、出力分割回路104および減算素子111が負帰還回路部を構成する。

【0032】次に、図3に示す波形に従って動作を説明する。(a)は、静電チャック用電源10の出力電圧波形である。吸着時の立上がりが2段階で示しているのは、静電チャック5への充電電流を抑制するためである。(b)は、吸着時制御信号Cの波形であり、吸着時の静電チャック用電源10の出力はこれに従ったものとなっている。

【0033】(c)は、吸着が完了した後、静電チャック5のチャージ電荷を早く放電するために短絡用接点106を閉じて電源出力を短絡させるための電源出力短絡信号である。これは、実施例3で述べる静電チャック本体を直接短絡させるものと合わせて用いると効果が良い。

【0034】その後、離脱シーケンスに入り、(d)の振動波形信号発生器118の振動波形信号と、(e)の減衰波形信号発生器120の減衰波形信号を乗算器117で掛け合わすことにより、(f)の減衰振動信号Dを作り出すことができる。この時、振動波形信号発生器118の振動波形信号と、減衰波形信号発生器120の減衰波形信号はそれぞれの選択スイッチ119、121により、例えば半導体エウハ6の帶電特性を考慮して所望のものを選択することができる。

【0035】振動波形信号発生器118は例えば正弦波、矩形波、三角波等の複数種の振動信号を発生し、また減衰波形信号発生器120も例えば直線的減衰や指數関数的減衰等の複数種の減衰信号を発生し、これらの組み合わせから選択することができる。

【0036】(g)は不感帯発生回路112に関するもので、これについては実施例2で説明する。(h)は上述の減衰振動信号の正負の極性を判断することにより得られる、出力側の極性を切り換えるための極性切換信号であり、極性切換制御器113で減衰振動信号の極性が判断されて図示のような信号をスイッチ107に出力する。

【0037】図4には、この実施例のように離脱時に、所望の減衰振動信号波形の印加電圧を下電極に印加した場合の波形図を示す。(a)は印加電圧、(b)は電源出力短絡のタイミング、(c)は吸引力を示す。所望の波形の減衰振動信号波形の印加電圧を印加することにより、(c)に示すように再度、吸引力が発生することはなくな

る。

【0038】なお、図2に示す静電チャック用電源10は全て基本的にハードウエアで構成されているが、振動波形信号発生器118、減衰波形信号発生器120、選択スイッチ119、121および乗算器117の部分を、例えば図5に示すように波形発生プログラム内蔵マイクロコンピュータ30およびこれの出力するデジタル信号をアナログ信号に変換するD/A変換器31で構成してもよい。

【0039】通称、ファンクションジェネレータと呼ばれる任意関数発生器と同等のアルゴリズムを、マイクロコンピュータ30のソフトウェアで実現し、このデジタル値をバイポーラタイプのD/Aコンバータ31を介して出力すればよい。

【0040】以上のようにこの実施例においては、半導体ウエハ離脱時に半導体ウエハの特性を考慮して所望の減衰振動波形の出力を選択して発生することができ、また、静電チャック用電源の出力をフィードバックして、制御入力信号との間で閉ループを構成してフィードバック制御を行うことにより、より正確な減衰振動波形の電圧を出力することができるので、再度、吸着力が発生することがなく確実に離脱が行える。

【0041】実施例2. この実施例は特に、図2の不感帯発生回路112に関するものである。逆並列接続されたダイオード112aおよび112bからなる不感帯発生回路112により、減衰振動信号Dの正負の切り換え点に不感帯が設けられる。その信号を図3の(g)に示す。これは、極性切換制御器113、スイッチ107およびダイオード108a、108bによる出力側の極性切換が必要であり、この極性切換えの間は制御入力信号を零にし、出力側の極性切り換えが確実に終了してから、制御入力信号を入力することで、動作の確実性、安全性を図っている。

【0042】以上のようにこの実施例では、離脱時に、振動が正、負に切り換わるポイントに不感帯を設け、この不感帯の時間に出力側の極性を切り換ることにより、過渡期の制御の安定化が計れる。

【0043】実施例3. 図6にプラズマ処理装置の真空チャンバ内の静電チャックに関する等価回路を示す。Cc、Rcは静電チャック52の容量および抵抗、Cw、Rwは吸着物(ここでは半導体ウエハ53)の容量および抵抗を示す。Rpはプラズマ放電の等価抵抗である。

【0044】この回路に示すように、充電された後、静電チャック用電源50の出力を短絡用接点106で短絡するだけでは、静電チャック52の容量Ccの両端の電荷の放電には時間がかかる。また、静電チャック52の抵抗Rcは大きな値(100MΩ程度)が必要とされる。これは抵抗Rcを半導体ウエハ53の抵抗Rwに比べて大きくし、抵抗Rwにかかる電圧を小さくし、半導体ウエハ53のチャージアップを抑制する必要があるからで

ある。

【0045】充放電は、静電チャック電源50、半導体ウエハ53、プラズマ放電の等価抵抗Rpを通して行われるため、放電時に電源短絡だけでは、放電の時間短縮は難しい。そこでこれを改善した半導体製造装置について以下に説明する。

【0046】図7はこの発明の別の実施例による半導体製造装置の構成を示す図である。図7において、図1に示すものと同一もしくは相当部分は同一符号で示し、説明は省略する。この実施例の半導体製造装置1aでは、静電チャック5と下電極4とを電気的に短絡させるための光スイッチング素子13が真空チャンバ2内に設けられている。なお、この光スイッチング素子13は、プラズマ処理を行う真空チャンバ2の中に設置する場合には、耐プラズマ性のセラミック製のカバー14等でカバーする必要がある。

【0047】また、真空チャンバ2には、光スイッチング素子13をオン/オフ制御するための光制御信号をチャンバ外部から導くために、透明の窓部2aが設けられている。そして、真空チャンバ2の外側に設けられた発光部である発光素子15から光制御信号を発生することで、これが窓部2aを通って光スイッチング素子13に送られ、光スイッチング素子13は静電チャック6と下電極4とを短絡させ、静電チャック6を強制的に放電させる。

【0048】なお、放電電流の突入電流を制限するために、光スイッチング素子13に抵抗を挿入してもよい。また、図7には静電チャック用電源として先の実施例で説明したこの発明による静電チャック用電源10が示されているがこれに限定されるものではない。

【0049】以上のようにこの実施例においては、静電チャックと下電極を強制的に短絡するための素子として、光で制御が行える光スイッチング素子を用いるようにしたので、チャンバ外部より光を入射することにより制御を行うことができ、これによりチャンバ内に電線を引込ことなく静電チャックの放電を制御することができ、従って短絡用の素子の誤動作が防止でき、かつ半導体製造装置の構造も複雑になることはない。

【0050】実施例4. この実施例は、上記実施例4の半導体製造装置の静電チャックに関し、特に、より効率良く放電させるための構造に関するものである。図8はこの実施例による静電チャック5aおよび下電極4の構造を示し、(a)は一部断面図、(b)は斜視図である。図から分かるように、静電チャック5aの半導体ウエハが吸着される面には、この静電チャック5aと温度膨張係数の近いカーボン、ステンレス系の細い導体を蒸着等の手段により形成した放電用電極57が形成されており、これに光スイッチング素子13の一方が接続されている。

【0051】放電用電極57は、静電チャック5aの面

に均一にひろがるように、静電チャック5aの中心から放射状および環状に導体が延びた網型のものになっている。そして、光スイッチング素子13をオンさせれば、静電チャック5aは効率良くかつ均一に、一気に放電される。

【0052】また、放電用電極は図8の(c)および(d)に示す放電用電極58のように、静電チャック5aの全面を覆うようなものであってもよい。さらに放電用電極はこれの形状に限定されるものではなく、静電チャック5aの半導体ウエハを吸着する面に均一にひろがる形状のものであればよい。

【0053】以上のようにこの実施例によれば、静電チャック5aの半導体ウエハが吸着される面に、この面に均一にひろがる放電用電極57、58を設け、これに光スイッチング素子13を接続し、光スイッチング素子13を導通状態にさせることにより静電チャック5aと下電極4を強制的に短絡させるようにしたので、静電チャック5aのチャージ電荷を効率よくかつ均一に放電させることができ、ひいては確実な半導体ウエハの離脱が行える。

【0054】実施例5. この実施例では、静電チャック5と下電極4とを短絡する光スイッチング素子13を設けた図7に示す半導体製造装置1aにおいて、静電チャック用電源10を図2に示すこの発明によるものとする。そして、図3および図4に示す半導体ウエハ吸着後の電源短絡時に、図1に示す短絡用接点106を閉じて電源出力を短絡すると同時に、光スイッチング素子13もオン(導通状態)して静電チャック5、5aと下電極4を短絡させることにより、さらに効率良くかつ正確に静電チャック5、5aに放電を行わせることができる。

【0055】

【発明の効果】以上のように、この発明の第1の発明では、半導体ウエハ離脱時に半導体ウエハの特性を考慮して所望の減衰振動波形の出力を選択して発生することができ、また、静電チャック用電源の出力をフィードバックして、制御入力信号との間で閉ループを構成してフィードバック制御を行うことにより、より正確な減衰振動波形の電圧を出力することができるようにしたので、離脱時間のバラツキのないより確実で安定した離脱が行える静電チャック用電源を提供できる等の効果が得られる。

【0056】また、この発明の第2の発明では、離脱時に、減衰振動信号の振動が正、負に切り換わるポイントに不感帯を設け、この不感帯の時間に出力側の極性を切り換えることにより、過渡期の制御の安定化が計れ、さらに離脱時間のバラツキのないより確実で安定した離脱が行える静電チャック用電源を提供できる等の効果が得られる。

【0057】また、この発明の第3の発明では、静電チャックと下電極を強制的に短絡するための素子として、

光で制御が行える光スイッチング素子を用いるようにしたので、チャンバ外部より光を入射することにより制御を行うことができ、これによりチャンバ内に電線を引込ことなく、静電チャックの放電を制御することができ、従って短絡用の素子の誤動作が防止でき、かつ構造も簡単な半導体製造装置を提供できる等の効果が得られる。

【0058】また、この発明の第4の発明では、静電チャックの半導体ウエハが吸着される面に、この面に均一にひろがる放電用電極を設け、これに光スイッチング素子を接続し、光スイッチング素子を導通状態にさせることにより静電チャックと下電極を強制的に短絡させるようとしたので、静電チャックのチャージ電荷を効率よくかつ均一に放電させることができ、ひいては確実な半導体ウエハの離脱が行える半導体製造装置を提供できる等の効果が得られる。

【0059】そしてこの発明の第5の発明では、静電チャックと下電源とを短絡する光スイッチング素子を設けた半導体製造装置において、静電チャック用電源をこの発明によるものとし、半導体ウエハ吸着後の電源短絡時に、短絡用接点を閉じて静電チャック用電源の電源出力を短絡すると同時に、光スイッチング素子も導通状態にして静電チャックと下電極を短絡させることにより、さらに効率良くかつ確実に静電チャックに放電を行わせることができる半導体製造装置を提供できる等の効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例による静電チャック用電源を備えた半導体製造装置の構成を示す図である。

【図2】 図1の静電チャック用電源の構成の一例を示す図である。

【図3】 図2の静電チャック用電源の動作を説明するための波形図である。

【図4】 図2の静電チャック用電源の吸引力を説明するための波形図である。

【図5】 図2の静電チャック用電源の一部をソフトウェアで構成した場合の構成を示す図である。

【図6】 プラズマ処理装置の真空チャンバ内の静電チャックに関する等価回路を示す図である。

【図7】 この発明の別の実施例による半導体製造装置の構成を示す図である。

【図8】 この発明の別の実施例による静電チャックおよび下電極の構造を示す図である。

【図9】 プラズマ処理装置の静電チャックが設けられた電極の構成を示す図である。

【図10】 従来の静電チャック用電源の動作を説明するための波形図である。

#### 【符号の説明】

- 1、1a 半導体製造装置、2 真空チャンバ、2a 窓部、3 上電極、4 下電極、5、5a 静電チャック、6 半導体ウエハ、7 ベローズ、8 供給口、9

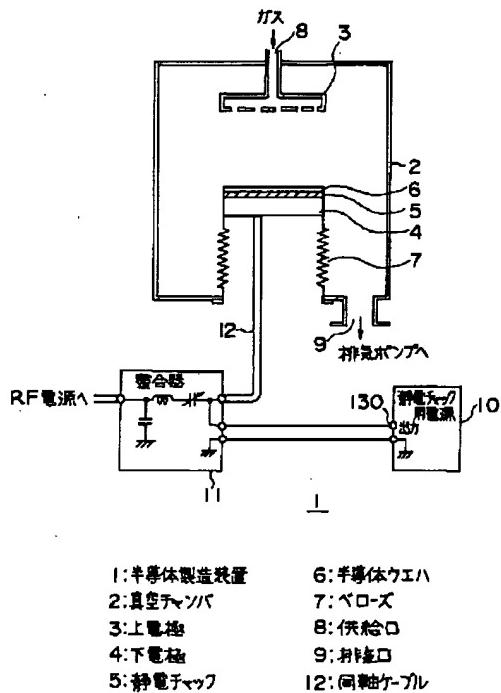
13

排気口、10 静電チャック用電源、11 整合器、  
 12 同軸ケーブル、13 光スイッチング素子、14  
 カバー、15 発光素子、30 波形発生プログラム  
 内蔵マイクロコンピュータ、31 D/A変換器、5  
 7、58 短絡用電極、101 直流主電源、102 ス  
 イッキング用パワートランジスタ、103 昇圧トラン  
 斯、104 出力分割回路、105 フィルタ回路、1  
 06 短絡用接点、107 スイッチ、108a、10

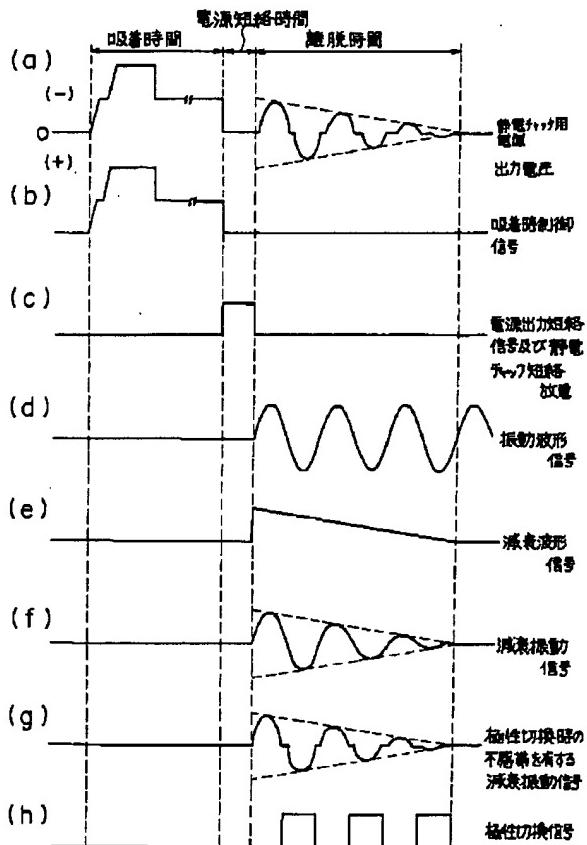
14

8b ダイオード、110 PWM用制御増幅器、111  
 減算素子、112 不感帯発生回路、113 極性切換  
 制御器、114 バッファアンプ、115 切換ゲート  
 部、116a、116b アナログスイッチ、116  
 c、116d 抵抗、117 乗算器、118 振動波  
 形信号発生器、119、121 選択スイッチ、120  
 減衰波形信号発生器、130 出力端子。

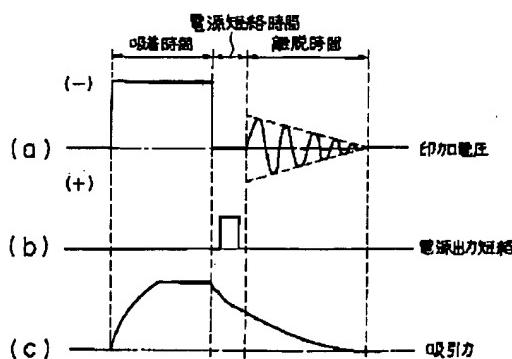
【図1】



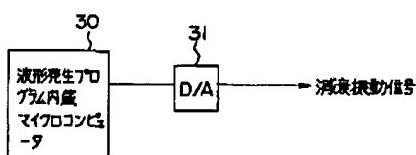
【図3】



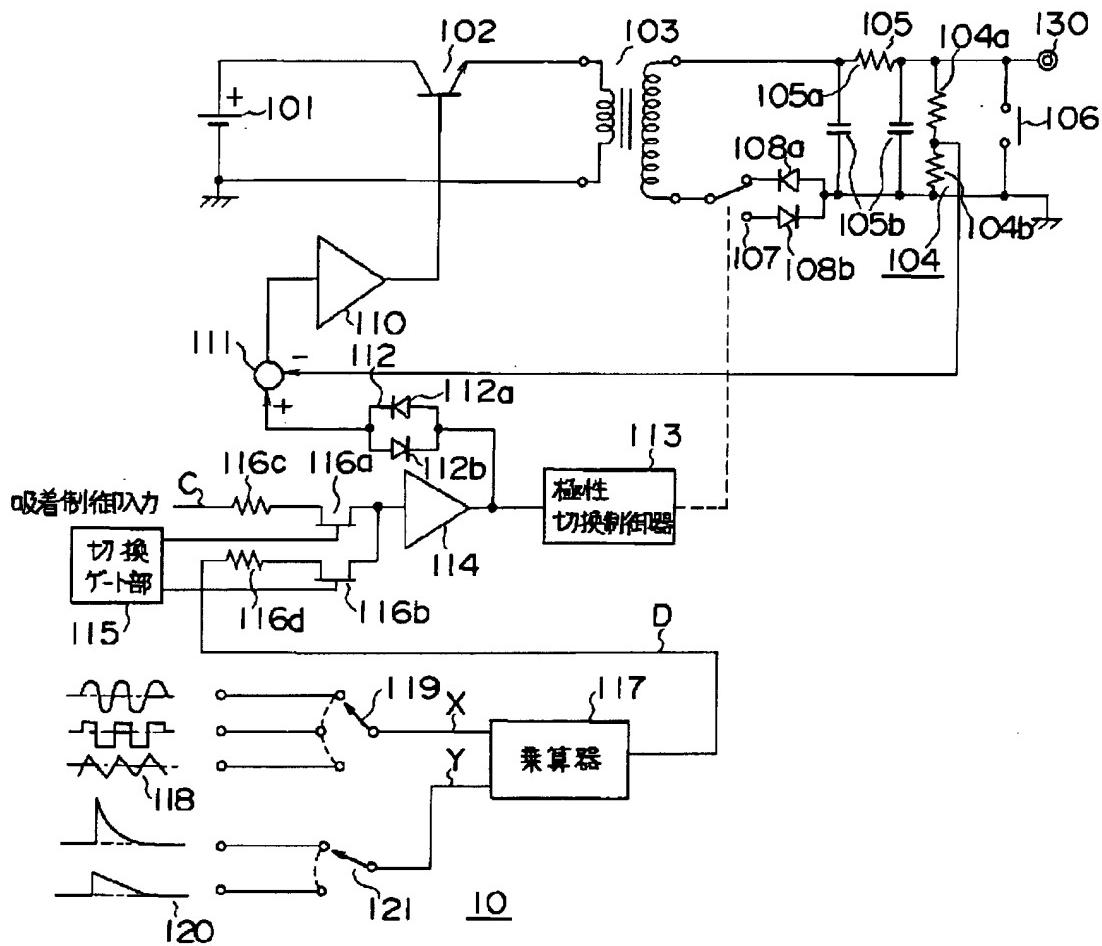
【図4】



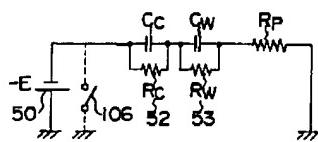
【図5】



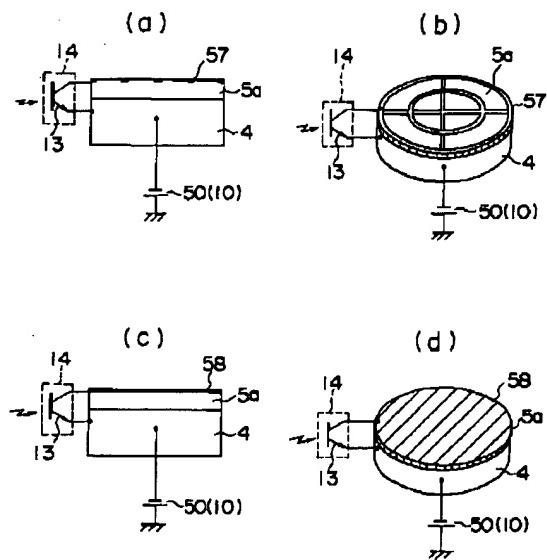
【図2】



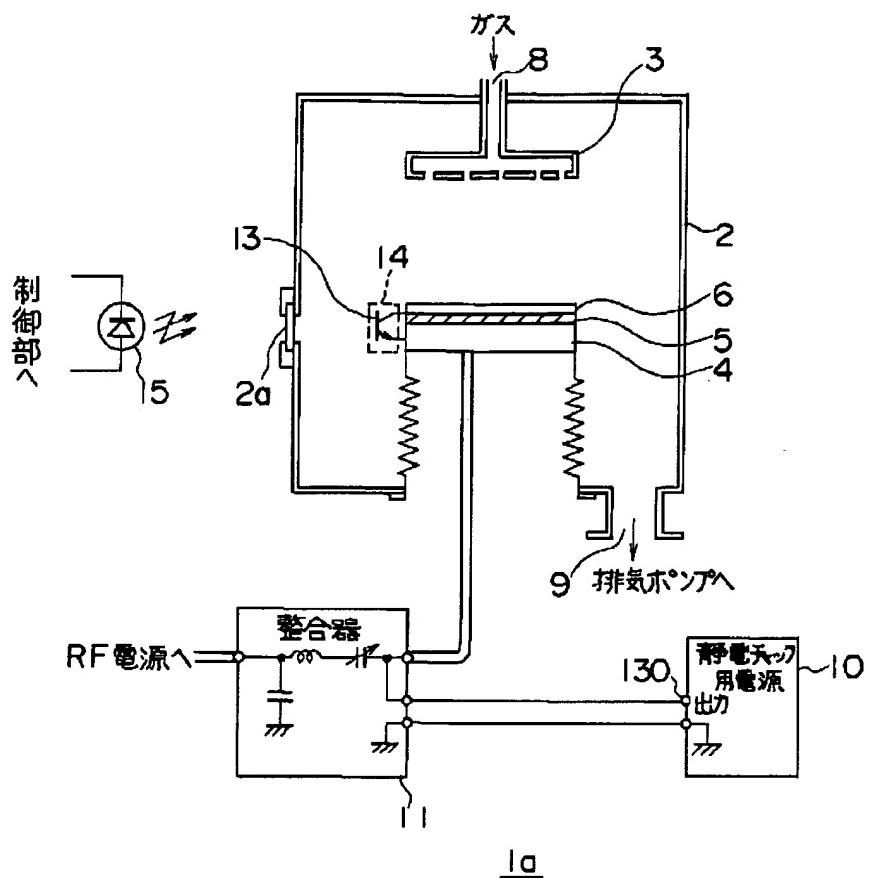
【図6】



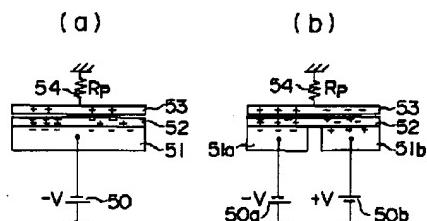
【図8】



【図7】



【図9】



【図10】

